



18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 196 47 514 C 2

51 Int. Cl. 7:  
G 01 B 5/012  
G 01 B 5/02  
G 01 L 1/00

21 Aktenzeichen: 196 47 514.7-52  
22 Anmeldetag: 16. 11. 1996  
43 Offenlegungstag: 20. 5. 1998  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 6. 9. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Leitz-Brown & Sharpe Meßtechnik GmbH, 35578  
Wetzlar, DE  
74 Vertreter:  
Knefel, C., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 35578 Wetzlar

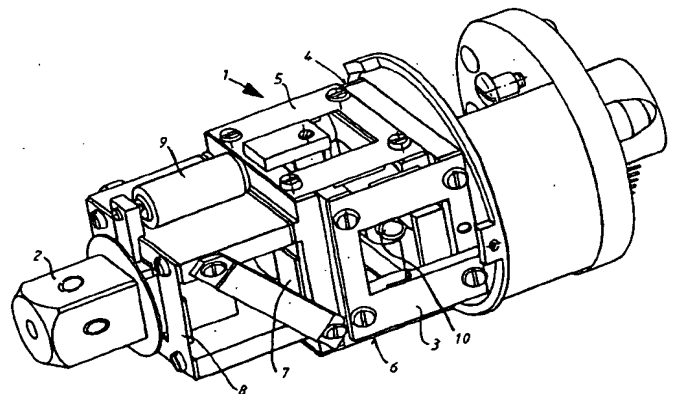
72 Erfinder:  
Lindner, Matthias, Dr., 61231 Bad Nauheim, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

|    |                |
|----|----------------|
| DE | 44 39 578 C1   |
| DE | 1 95 00 451 A1 |
| DE | 43 42 312 A1   |
| DE | 43 30 873 A1   |
| DE | 37 25 207 A1   |
| DE | 37 25 205 A1   |
| DE | 26 20 100 A1   |
| DD | 2 69 435 A1    |

54 Verfahren zur Durchführung einer Messung mit einem Taster eines messenden Tastkopfes eines Koordinatenmeßgerätes

57 Verfahren zur Durchführung einer Messung mit einem Taster eines messenden Tastkopfes eines Koordinatenmeßgerätes, wobei  
a) die Antastkrafterzeugung für den Taster und die mechanische Führung des Tasters von ein und denselben Parallelogramm-Federblechen (3 bis 8) des Tastkopfes (1) ausgeführt werden,  
b) die Verschiebungen der Nullage des Tasters aufgrund verschiedener Tastergewichte und verschiedener räumlicher Lagen des Tastkopfes (1) ermittelt werden, und  
c) die mit dem Tastkopf bestimmten Meßwerte mit Hilfe der im Schritt b) ermittelten Verschiebungen ausschließlich durch elektronische Signalverarbeitung korrigiert werden.



DE 196 47 514 C 2

DE 196 47 514 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Durchführung einer Messung mit einem Taster eines messenden Tastkopfes eines Koordinatenmeßgerätes.

Die zum Stand der Technik gehörenden Tastköpfe weisen zum einen eine oder mehrere Führungseinrichtungen und zum anderen eine oder mehrere Krafterzeugungseinrichtungen auf (DE 23 56 030 B2). Die Führungseinrichtung besteht beispielsweise aus Federparallelogrammen. Die Krafterzeugungseinrichtung kann als mechanische, pneumatische oder magnetische Krafterzeugungseinrichtung ausgebildet sein.

Mit dem Krafterzeugungssystem wird die Antastkraft während des Antastvorganges eingestellt. In der Regel dient das Krafterzeugungssystem auch zur Zentrierung, das heißt zur Rückführung des kräftefreien Tastkopfes in eine definierte Nullage.

Die zum Stand der Technik gehörenden Tastköpfe haben den Nachteil, daß die Funktionen "mechanische Führung" und "Krafterzeugung" durch verschiedenartige Maschinenelemente realisiert werden. Dies erlaubt eine freie Gestaltung der Funktion "Krafterzeugung", hat aber zwei Nachteile:

1. Da die Funktion "mechanische Führung" parallel zur "Krafterzeugung" arbeitet, muß sie so ausgelegt werden, daß nur möglichst kleine parasitäre Kräfte bei Bewegung des Tastkopfes entstehen. Bei der Verwendung von Federparallelogrammführungen, die sich sehr gut für die Funktion "mechanische Führung" eignen, ist man dann gezwungen, sehr weiche Bleche einzubauen mit dem Nachteil geringer Torsionssteifigkeit der gesamten Anordnung.
2. Eigene Funktionsträger für "Krafterzeugung" bedeuten immer eine zusätzliche Masse. Erwünscht ist aber eine möglichst niedrige Masse des gesamten Tastkopfes, um die Belastungen der Führungsteile aus Massenkraften bei Bewegung der Anordnung niedrig zu halten und um die Eigenfrequenz des Tastkopfes möglichst hoch zu halten.

Gemäß der US-PS 4,078,314 ist es bekannt, eine Messung mit einem Taster eines messenden Tastkopfes eines Koordinatenmeßgerätes durchzuführen, bei der die Krafterzeugung des Tasters sowie die mechanische Führung des Tasters von der Rückführeinrichtung des Tastkopfes ausgeführt werden. In dieser Schrift wird allerdings nichts darüber ausgesagt, ob und wie die durch unterschiedliche Tastergewichte oder Schräglagen des Tastkopfes verursachte Veränderung der Ruhelage des Tastkopfes berücksichtigt wird.

Gemäß dem Stand der Technik (DE 37 25 207 A1) ist ein Tastkopf für Koordinatenmeßgeräte bekannt, bei dem in jeder Raumlage des Tastkopfes die Nullposition des Federsystems eingestellt wird. Diese Einstellung erfolgt mit einer zusätzlichen Tariereinrichtung, die für jede der drei Raumachsen dem zugeordneten Federsystem zuschaltbar ist. Dieser zum Stand der Technik gehörende Tastkopf hat den Nachteil, daß der Tastkopf durch die zusätzliche Tariereinrichtung relativ aufwendig ist.

Weiterhin gehören zum Stand der Technik (DE 26 20 100 A1) Meßeinrichtungen mit einem Taster, bei denen Meßfehler aufgrund der Verschiebung der Nullage des Tasters elektronisch korrigiert werden. Auch diese zum Stand der Technik gehörenden Systeme haben den Nachteil, daß sie relativ aufwendig sind.

Das der Erfindung zugrunde liegende technische Problem besteht darin, ein Verfahren zur Durchführung einer Mes-

sung mit einem Tastkopf mit kleiner Masse anzugeben, wobei der Tastkopf kompakt aufgebaut ist mit einem Minimum von Teilen und damit eine niedrige Masse aufweist, der darüber hinaus eine hohe Torsionssteifigkeit und eine streng lineare Kraft-Weg-Kennlinie aufweist.

Dieses technische Problem wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Dadurch, daß gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren die Antastkrafterzeugung für den Taster und die mechanische Führung des Tasters von ein und demselben Parallelogramm-Federblechen des Tastkopfes ausgeführt werden, entfällt eine Krafterzeugungseinrichtung und der Tastkopf weist nur eine geringe Masse auf. Bei dem gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendeten Tastkopf werden die beiden Aufgaben der Krafterzeugung sowie der mechanischen Führung von den Parallelogramm-Federblechen ausgeführt. Diese können aus diesem Grunde stärker ausgestaltet werden als bei den zum Stand der Technik gehörenden Tastköpfen. Die Parallelogramm-Federbleche sind durch Bemessung der Abmessungen der flexiblen Zonen so eingestellt, daß die gewünschte Federsteifigkeit in Führungsrichtung erreicht wird. Durch die kräftigere Bemessung der Federbleche werden diese robuster, und der gesamte Tastkopf erhält eine hohe Torsionssteifigkeit, die für das Messen mit langen Taststiften vorteilhaft ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist das Fehlen einer Gewichtsausgleichsvorrichtung vorgesehen, die bei den zum Stand der Technik gehörenden Tastköpfen notwendig ist, um Taststifte mit unterschiedlichen Gewichten verwenden zu können.

Unter der Voraussetzung, daß der Tastkopf über den gesamten Arbeitsweg für alle zulässigen Tastergewichte eine konstante Federsteifigkeit aufweist, und daß die Wegmeßsysteme über den Gesamtweg ausreichende Linearität besitzen, ist der Arbeitspunkt beliebig zu wählen.

Es spielt daher keine Rolle, wenn sich bei unterschiedlichen Tastergewichten die Nullage der in vertikaler Richtung wirkenden Führung verschiebt. Der entstehende Offset ist leicht durch Addition einer diesem entsprechenden Spannung im Ausgangssignal wieder zu kompensieren.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat aus diesem Grunde den Vorteil, daß der Tastkopf in verschiedenen Lagen betrieben werden kann, zum Beispiel beim Einsatz an einem Dreh-Schwenkgelenk oder beim Einsatz an einem Koordinatenmeßgerät in Hexapodenbauweise. Bei diesen Einsatzgebieten wird der Tastkopf nicht nur translatorisch bewegt, sondern auch um eine nicht notwendigerweise senkrechte Achse geschwenkt. Es erfolgt hierbei auch eine Schrägstellung des Tastkopfes, so daß ein neuer Gewichtsausgleich notwendig ist. Mechanische Gewichtsausgleiche, wie sie nach dem Stand der Technik mit Hilfe eines Motors durchgeführt werden, dauern bei diesen Einsatzgebieten zu lange und führen zu großer mechanischer Komplexität.

Aus diesem Grunde wird erfindungsgemäß rein elektronisch oder rechnerisch ein Gewichtsausgleich vorgenommen, indem ein gewisser Offset dem analogen Tastkopfsignal oder dem digitalen Meßwert überlagert oder aufgerechnet wird. Hierfür sind erfindungsgemäß zwei Varianten vorgesehen:

1. Es ist möglich, den Gewichtsausgleich durch ständige Ermittlung während des Meßlaufes immer wieder neu vorzunehmen.
2. Bevorzugt wird jedoch die Möglichkeit, sämtliche Stellungen vor der eigentlichen Messung zu bestimmen und die erforderlichen Gewichtsausgleiche zu bestimmen und während der Messung nur noch die abgespeicherten Werte als Offset zu addieren.

In beiden Fällen ermöglicht es der aufgerechnete Offset, die veränderte Ruhelage (Zentrierung) bezüglich der Tastkopfkennlinie und die Verschiebung des Tastkugelmittelpunktes bezüglich des maschinenfesten Teils des Tastkopfes (Gewichtsausgleich) zu kompensieren. Im zweiten Fall kann auch bei langen Taststiften eine veränderte gewichtsbedingte Durchbiegung erfaßt und berücksichtigt werden.

Vorteilhaft weist der Tastkopf, der gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendet wird, drei unabhängige Wegmeßsysteme auf, wobei für die Messung vorteilhaft lineare Differentialtransformatoren oder inkrementale Meßgeber vorgesehen sind. Diese haben den Vorteil der Linearität über einen großen Bereich, was die Voraussetzung für die Möglichkeit der elektronischen oder rechnerischen Offsetkompensation ist.

Um mehrere Taststiftkombinationen verwenden zu können, kann der Tastkopf, der bei dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendet wird, automatisch oder manuell gewechselt werden. Hierbei wirkt sich vorteilhaft aus, daß der Tastkopf erfindungsgemäß eine kleine Masse aufweist.

Hierbei wird die Option der Möglichkeit des Tasterwechsels weggelassen, das heißt der messende Tastkopf hat einen festen Taster, der nicht auswechselbar ist. Anstelle eines Tasterwechsels wird hierbei ein Tastkopfwechsel vorgenommen.

Grundsätzlich ist es aber auch möglich, einen Tasterwechsel vorzusehen.

Der Tastkopf, der gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendet wird, hat darüber hinaus den Vorteil, daß die Wegmessung drei unabhängigen Differentialtransformatoren übertragen wird. Diese haben prinzipiell die Vorteile eines Längshubes im mm-Bereich und guter Linearität über einen großen Bereich. Hierdurch ist es möglich, den Tastkopf in beliebigen Einbaulagen zu verwenden mit entsprechender großer Ablage von der "Nullage".

Weitere Einzelheiten der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden.

Auf der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, und zwar zeigen:

Fig. 1 einen Tastkopf in Ansicht;

Fig. 2 einen Tastkopf im Schnitt.

Die Fig. 1 und 2 zeigen einen Tastkopf (1) mit einer Taststiftaufnahme (2). Der Tastkopf (1) weist Parallelogramm-Federbleche (3, 4; 5, 6; 7, 8) auf, die derart ausgebildet sind, daß zum einen eine Zentrierung des Taststiftes durch die Parallelogramm-Federbleche (3 bis 8) erreicht wird und zum anderen die Federbleche (3 bis 8) als Führungseinrichtung für den Taster dienen.

Der Tastkopf (1) weist drei unabhängige Wegmeßsysteme (9 bis 11) auf, so daß der Tastkopf einen Längshub im mm-Bereich aufweist sowie eine gute Linearität über einen großen Bereich.

#### Bezugszahlen

- |                             |    |
|-----------------------------|----|
| 1 Tastkopf                  |    |
| 2 Taststiftaufnahme         |    |
| 3 Parallelogramm-Federblech |    |
| 4 Parallelogramm-Federblech |    |
| 5 Parallelogramm-Federblech | 60 |
| 6 Parallelogramm-Federblech |    |
| 7 Parallelogramm-Federblech |    |
| 8 Parallelogramm-Federblech |    |
| 9 Wegmeßsystem              | 65 |
| 10 Wegmeßsystem             |    |
| 11 Wegmeßsystem             |    |

1. Verfahren zur Durchführung einer Messung mit einem Taster eines messenden Tastkopfes eines Koordinatenmeßgerätes, wobei

a) die Antastkrafterzeugung für den Taster und die mechanische Führung des Tasters von ein und demselben Parallelogramm-Federblechen (3 bis 8) des Tastkopfes (1) ausgeführt werden,

b) die Verschiebungen der Nullage des Tasters aufgrund verschiedener Tastergewichte und verschiedener räumlicher Lagen des Tastkopfes (1) ermittelt werden, und

c) die mit dem Tastkopf bestimmten Meßwerte mit Hilfe der im Schritt b) ermittelten Verschiebungen ausschließlich durch elektronische Signalverarbeitung korrigiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Offset, der bei Verschiebung der Nullage des Tasters auftritt, durch Addition einer dem Offset entsprechenden Spannung im Ausgangssignal kompensiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Offset, der bei Verschiebung der Nullage des Tasters in Folge unterschiedlicher Tastergewichte oder unterschiedlicher Orientierung des Tastkopfes auftritt, durch Addition einer dem Offset entsprechenden Spannung im Ausgangssignal kompensiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompensation des Offsets analog oder digital durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompensation des Offsets fortlaufend während des Meßlaufes erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmung des Gewichtsausgleiches in Art einer Kalibrierung vor dem eigentlichen Meßlauf erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine nichtlineare Kraft-Weg-Kennlinie des Tastkopfes rechnerisch korrigiert wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

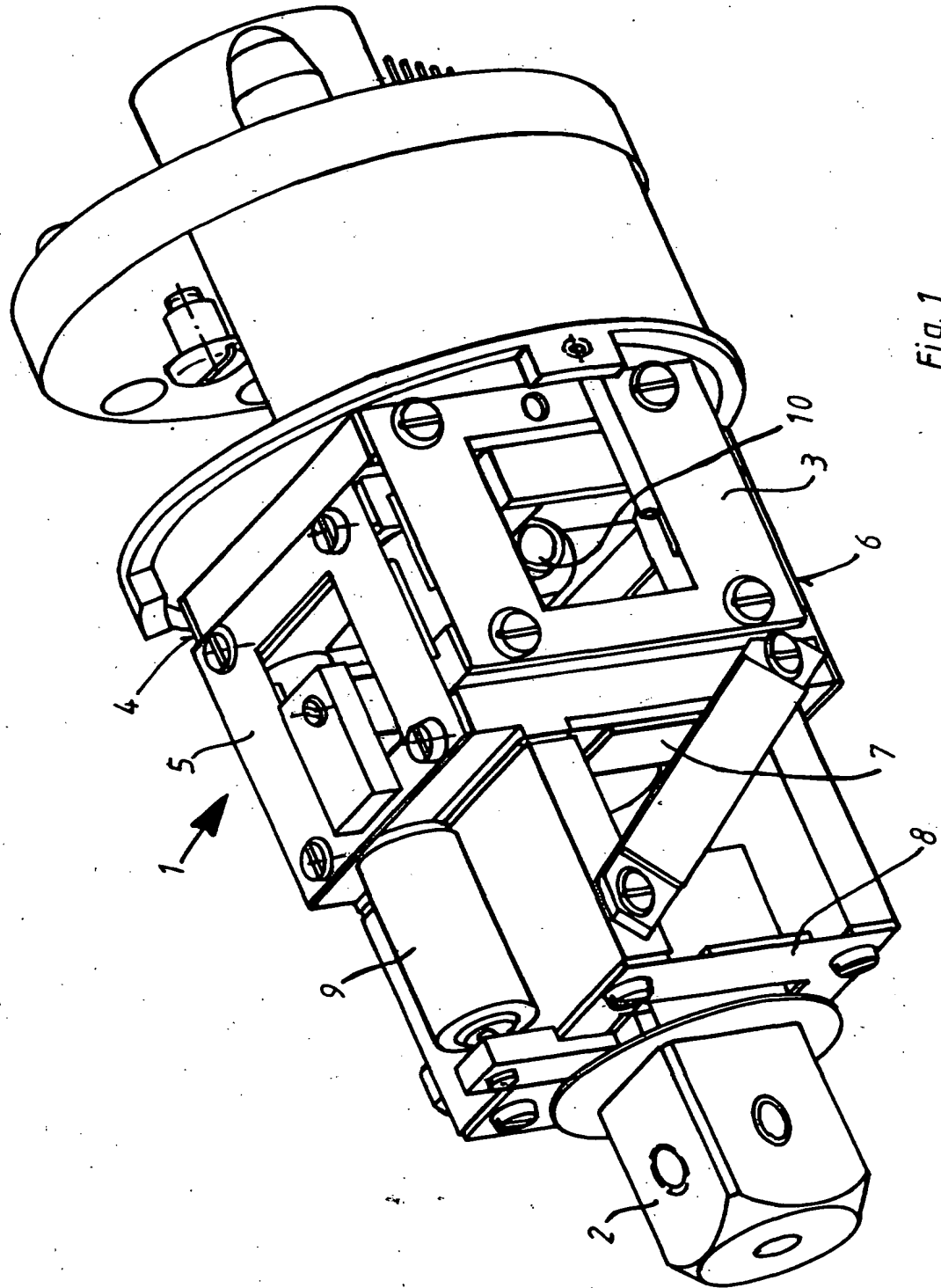
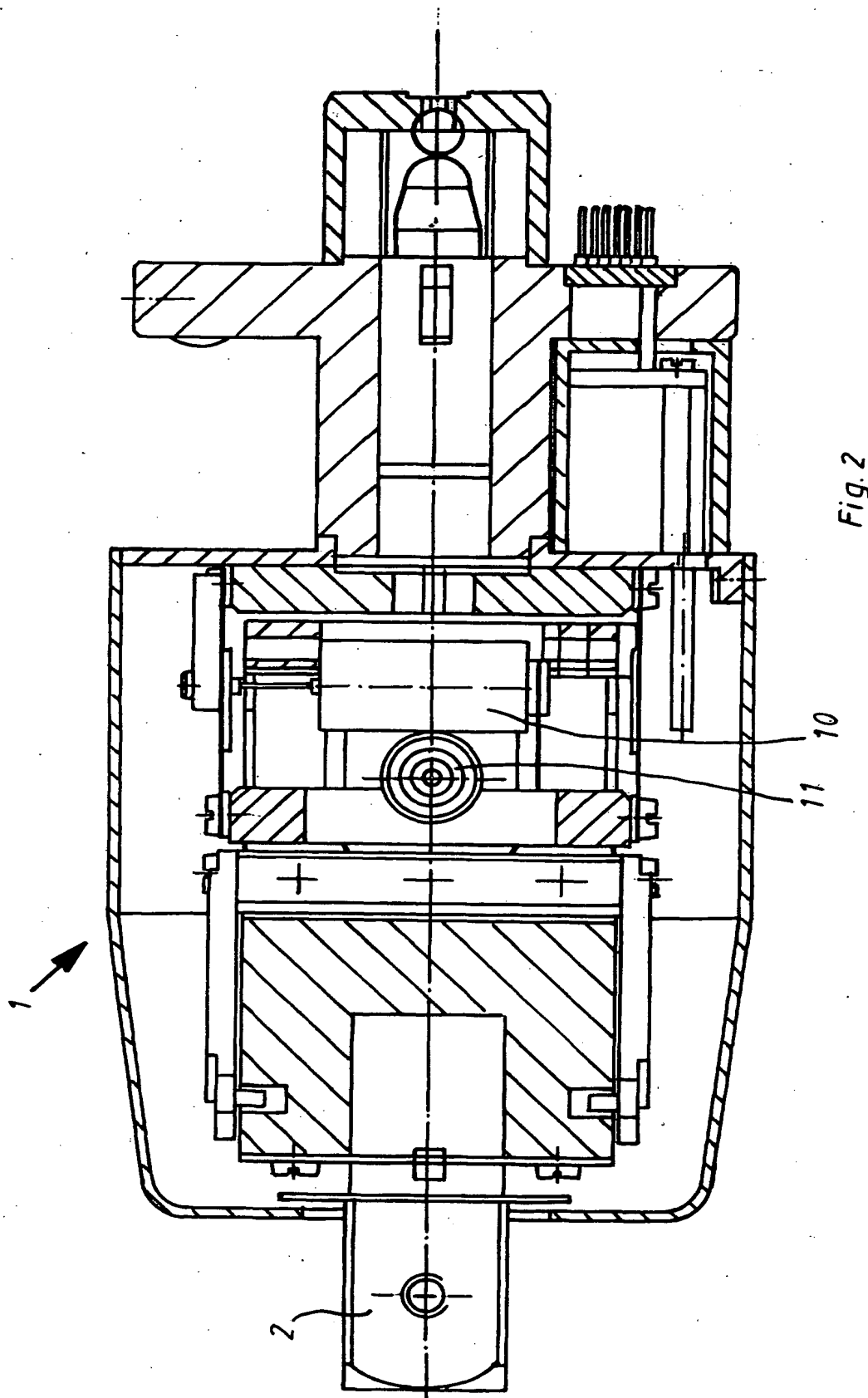



Fig. 1



## Sensor head measuring method for coordinate measuring device

Veröffentlichungsnr. (Sek.) DE19647514  
Veröffentlichungsdatum : 1998-05-20  
Erfinder : LINDNER MATTHIAS DR (DE)  
Anmelder : LEITZ BROWN & SHARPE MESTECHNI (DE)  
Veröffentlichungsnummer :  DE19647514

Aktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19961047514 19961116  
Prioritätsaktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19961047514 19961116  
Klassifikationssymbol (IPC) : G01B5/012; G01B5/02; G01L1/00  
Klassifikationssymbol (EC) : G01B5/012  
Korrespondierende Patentschriften

---

### Bibliographische Daten

---

The measuring method involves generating the force required for a sensor and the mechanical guiding of the sensor movement using the return unit of the sensor head (1). Sensor weight compensation is carried out for different weights. The weight compensation is provided electronically or by a processor. Preferably, the offset which occurs when the zero position is offset is compensated by addition of an offset compensation voltage to the sensor output signal.

---

Daten aus der esp@cenet Datenbank - - l2

THIS PAGE BLANK (USPTO)